

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-084183

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
G02B 6/28  
G02B 26/08  
H01L 31/0232

(21)Application number : 09-247997

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 12.09.1997

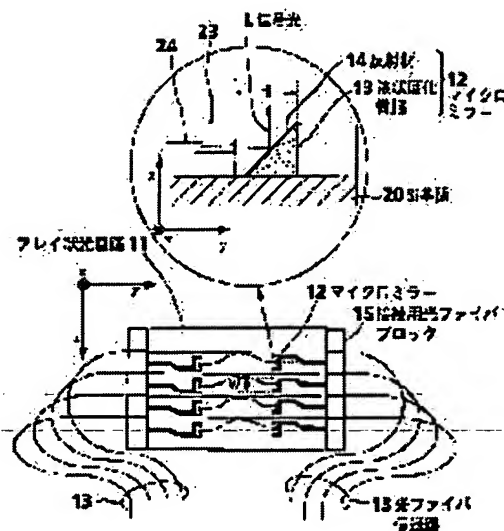
(72)Inventor : TERUI HIROSHI  
YAMADA YASUBUMI  
HASHIMOTO TOSHIKAZU

## (54) OPTICAL MODULE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to miniaturize optical circuits and to reduce an optical circuit cost by disposing micromirrors which allow optical perpendicular take-out between the waveguides of the optical circuits.

**SOLUTION:** The optical pass side of the input/output waveguides to the optical directional couplers of the array-like optical circuits 11 consisting of four pieces of the optical directional couplers arranged in parallel extends to the waveguide ends. On the other hand, the monitor side thereof arrives at the micromirrors 12 disposed between the adjacent optical circuits. The mirrors 12 consist of liquid curing resins 13 and reflection materials 14 formed to cover the surfaces of the resins 13 and the mirror angle thereof is set at  $45^\circ$ . The signal light L of the monitor is exited perpendicularly to the circuit surface. Fiber blocks 15 for connection are disposed. If the mirrors 12 are arranged like an array at the same  $250\text{ }\mu\text{m}$  as the fiber array spacing between the adjacent waveguides, the smallest possible size is eventually needed for the circuit size. As a result, photodiodes of the array form of  $250\text{ }\mu\text{m}$  in the spacing are eventually merely necessitated to be installed directly on the array-like optical circuits 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.06.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-84183

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 6/42  
6/28  
26/08  
H 0 1 L 31/0232

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/42  
26/08 E  
6/28 S  
H 0 1 L 31/02 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-247997

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月12日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 照井 博

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 山田 泰文

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 橋本 俊和

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

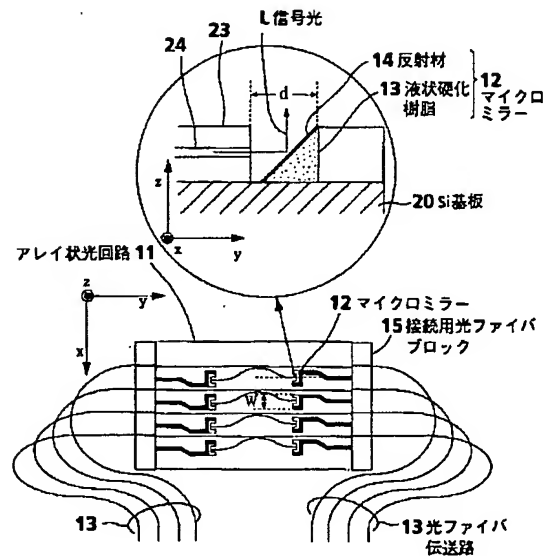
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 光通信や光情報処理の分野で用いられる光モジュールの中で、特にアレイ状の光ファイバ伝送中に挿入して光信号の出し入れを行う光タッピングモジュールを提供することを課題とする。

【解決手段】 平坦な基板上に形成されたアレイ状の光回路11と、該光回路11内に設けられた回路面に垂直に該光回路に光信号を出し入れするアレイ状ミラー12と、該光回路11の端部に接続されたアレイ状の光ファイバ伝送路13とからなるものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平坦な基板上に形成されたアレイ状の光回路と、該光回路内に設けられた回路面に垂直に該光回路に光信号を出し入れするアレイ状ミラーと、該光回路の端部に接続されたアレイ状の光ファイバとからなることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】 請求項1において、上記アレイ状ミラーが導波路端と対向する位置に設けられ、傾斜角度が45°の反射膜であることを特徴とする光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信や光情報処理の分野で用いられる光モジュールの内で、特にアレイ状の光ファイバ伝送路中に挿入して光信号の出し入れを行う光タッピングモジュールに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の光タッピングモジュールの一例を図6に示す。図6に示すように、光モジュールの四アレイの光ファイバ伝送路1中を伝搬する双方向光信号をモニタする場合について説明する。この場合、モジュールは光方向性結合器による10:1程度の分岐比（光通過側10:モニタ側1）の光カプラが作り込まれたアレイ状光回路2、これに八アレイの接続用光ファイバブロック3によって接続された四アレイ光ファイバ伝送路1と同じく四アレイのモニタ側光ファイバ4、および該モニタ側光ファイバ4の先に接続された同じく四アレイのモニタ用ホトダイオード5のモジュールから構成される。光ファイバ伝送路1は光カプラの光通過側に、モニタ側光ファイバ4はモニタ側に接続されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の構造では以下のような問題がある。まず第一には、ファイバと接続するために、アレイ状光回路2が大きくなってしまい、という問題がある。光方向性結合器自体は、長手方向（図中y方向）で20mm、幅方向（図中x方向）で50μmもあれば十分であるにもかかわらず、光ファイバアレイの規格が250μm間隔であるので、これにあわせて方向性結合器への入出力導波路部分を一定の曲率以上で曲げながら広げる必要があるため、回路面積が長手方向にも幅方向にもひろくなってしまう。

【0004】第二には、図6に示すように、アレイ状光回路2に接続されたファイバを1本毎に伝送路側とモニタ側とに分離しなければならないことや、アレイ状光回路2からホトダイオード5までのファイバの実装ボード上での領域確保の必要性等、実装上ファイバの取り回しが煩雑であるという問題がある。

【0005】以上、第一及び第二の問題点から、光回路のチップ単価が高価であると同時に、ファイバ取り回しの煩雑さのために、実装上のコストも高くなってしまう

という問題がある。

【0006】本発明は、上記問題に鑑み、実装密度が高く、従って量産性の高い光タッピング光モジュールを提供し、より安価な光通信網を実現することができる光モジュールを提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する「請求項1」の発明は、平坦な基板上に形成されたアレイ状の光回路と、該光回路内に設けられた回路面に垂直に該光回路に光信号を出し入れするアレイ状ミラーと、該光回路の端部に接続されたアレイ状の光ファイバとからなることを特徴とする。

【0008】「請求項2」の発明は、請求項1において、上記アレイ状ミラーが導波路端と対向する位置に設けられ、傾斜角度が45°の反射膜であることを特徴とする。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の発明の実施の形態を説明する。

【0010】図1は本発明の光モジュールの実施の形態を示している。図1に示すように、本実施の形態は、平坦な基板上に形成されたアレイ状の光回路11と、該光回路11内に設けられた回路面に垂直に該光回路に光信号を出し入れするアレイ状ミラー12と、該光回路11の端部に接続されたアレイ状の光ファイバ伝送路13とからなるものである。すなわち、図1に示すように、並列に配置された四個の光方向性結合器からなるアレイ状光回路11において、光方向性結合器への入出力導波路の光通過側は導波路端まで伸びており、一方モニタ側は隣接する光回路間に設けられたマイクロミラー12に達している。該マイクロミラー12は、図中拡大断面図に示すように、液状硬化樹脂13と液状硬化樹脂13の表面に被覆された反射材14からなるミラー角度が45°に設定されており、モニタの信号光15は回路面に垂直に出射するようになっている。なお、図中符号15はは接続用光ファイバブロックを図示する。

【0011】このような構成の場合、マイクロミラー12の幅Wがアレイ状光回路11の大きさを左右することになるが、当該回路に接続されるべき光ファイバアレイの規格間隔250μmより小さく設定できる。このマイクロミラー12を隣接導波路間にファイバアレイ間隔と同じ250μmでアレイ状に配置すれば、回路サイズは必要最小限で済むこととなる。

【0012】この結果、ホトダイオードは250μm間隔のアレイ状のものを直接アレイ状光回路11上に設置すればよいことになる。また、接続すべきファイバアレイは、上述した図6の従来例で示したような八アレイではなく、四アレイで済むことになる。

## 【0013】

【実施例】以下本発明の発明の実施例を説明する。本発

明はこれに限定されるものではない。

【0014】[実施例1] 図1は実施例1の光モジュールを示している。本実施例では、上記した幅Wが250 $\mu$ m以下のマイクロミラー12を形成した光導波路について述べる。基板としてSi基板20を用い、これにSiO<sub>2</sub>を主成分とするガラスからなる石英系光導波回路を火炎直接堆積法、及びドライエッチング法にて作製した。導波路23のコアクラッド間の比屈折率差は0.5%、下部クラッドの厚みは20 $\mu$ m、導波路コア24は7 $\mu$ m角、上下両クラッドを含む全厚みは40 $\mu$ mである。このアレイ状光回路11の面内のマイクロミラー12を形成しようとする箇所に、図2に示すような、コの字状のSi基板20まで達する深さ40 $\mu$ mのミラー形成溝21をドライエッチングによって形成した。図中のWは、ミラー幅となるべき長さであり、190 $\mu$ mとし、また導波路23の端部と対向壁面との距離dは50 $\mu$ mとした。上記コの字状のミラー形成溝21には、樹脂供給溝22が連通されており、その溝幅は40 $\mu$ mとしている。

【0015】上述したような溝21、22を形成して、下記方法により、導波路端の対向部にマイクロミラー12を形成した。

- ① 図2(a)の座標軸に示した太線矢印、すなわち、xy軸と45度( $\alpha=45^\circ$ )をなし、且つ上方35.3度の角度( $\psi=35.3^\circ$ )からTiを0.1 $\mu$ mの厚みに斜めに、蒸着する。すると、図の網点の部分は影となって、ここにはTiはつかないこととなる。
- ② 次に、光回路11を回転させながら、影ができないようにして回路全面にCrを0.1 $\mu$ mの厚みに蒸着する。
- ③ 次に、希フッ酸液に浸漬して、TiでCrをリフトオフすると、図中の網点の部分すなわち、Ti斜め蒸着時に影になった部分にCrが残る。
- ④ 次に、全面に表面処理を施して、後に使用する液状硬化樹脂13に対する接触を45度以上にする。
- ⑤ 次に、エッチング液で表面処理膜をリフトオフすると、図2(a)の網点のTiがつかなかった領域は、液状硬化樹脂13に対してヌレが良く、一方それ以外の領域は接触角が45度となって液状硬化樹脂13に対してヌレが悪くなる。このようなヌレ性を呈するコの字状溝21に、樹脂供給溝22を伝って液状硬化樹脂13を供給すると、図2(b)に示すように、導波路端と対向する部位に45度の平坦斜面が形成される(特願平8-143585号参照)。上記斜面角度が45度となるのは、上記蒸着角度の関係から図2(a)の座標軸に示した角度 $\phi$ が45度となるからである。この斜面上に反射材14として金(Au)を付着することで、ミラー作用をなし、導波路端から出射した信号光Lは回路面に直交する方向(z方向)に出射する。

【0016】ところで、上記方法では、図1において、

図の+y方向に進む導波光に対するミラーのみ形成できる。本発明の構成では、-y方向に進む導波光に対するミラーも形成する必要がある。このためには、図1に示すように、左側のミラーアレイ形成用コの字状溝21を右側のそれを180度回転した形状にしておき、Ti斜め蒸着の際に、右側ミラー形成部を対象とする際には左側ミラー形成部を覆っておき、一方の左側ミラーを形成するためのTi斜め蒸着時には、蒸着方向を反転させると共に、右側ミラー形成するためのTi斜め蒸着時には、蒸着方向を反転させると共に右側ミラー形成部を覆っておけばよい。

【0017】ここで、樹脂供給溝22について説明する。図3に示すように、ウエーハの回路パターン境界線上とそこから導波路間を通ってコの字状のミラー形成部まで延ばせばよい。液状硬化樹脂13は、表面処理後、ウエーハ端の供給溝22上に滴下して供給する。供給液滴の表面形状が常に凸状となるように保ちながら液を供給し、しかる後硬化させれば、導波路端面に平坦45度斜面が形成される。導波路端に形成される斜面は、供給液滴の半径をRとしたとき、 $R/2$ となるが、Rを数十mmとすれば、ミラー形成部の段差は40 $\mu$ mであるため、この段差に比較すれば、平坦とみなせる斜面形状となる。次に、反射材14としてCr-Au膜を0.2 $\mu$ mの厚みに蒸着し、図2(b)に示すように、ミラーの部分だけ蒸着膜が残るようにパターン化して、マイクロミラー12を形成した。このようにして図1に示すような形状の10:1の分枝比(通過側10:モニタ側1)の四アレイ方向性結合回路が形成された接続導波路間隔、及びモニタ用ミラー間隔250 $\mu$ mの光回路11を作製した。

【0018】さらに、図1に示す実施例にホトダイオードを直接実装するため、図4に示すような形状に金電極配線をパターン化した。ホトダイオード25と金電極配線26の電気的コンタクトと位置固定のため、コンタクト部には、金-スズ薄膜半田をパターン化した。これに片面電極構造の面型四アレイInGaAsPDを実装した。図4では判りやすくするため、PDアレイは透視図とした。その後、PD保護とミラーとPD間への異物混入を防止するため、PD部をシリコン樹脂でポッティングした。最後に、光回路11の両端に250 $\mu$ m間隔四アレイの接続用光ファイバブロックを紫外線硬化樹脂にて接続した。

【0019】光回路のサイズは、図6に示した従来例では、長手方向で30mm、幅方向で3mmであったのに対し、本実施例では1/4の長手方向で15mm、幅方向で1.5mmとサイズを小さくすることができた。なお、挿入損失、受光感度等の性能は、従来例を全く同一であった。

【0020】[実施例2] 図5は実施例2の光モジュールを示している。上述した実施例では、信号光Lをモニ

タするモジュールであるが、逆に以下に示す実施例2のように、信号光Lを導入するタッピングモジュールも可能である。

【0021】近年、導波光のスポットサイズが大きい(上記導波路で波長 $1.3\mu\text{m}$ で $8\mu\text{m}$ )ガラス導波路に、レンズを介さず直接光結合可能なスポット拡大半導体レーザが開発されている。このレーザは図5の拡大断面図に示すように、活性層の前部に導波層厚みがテーパ状になったスポット拡大部を備えており、波長 $1.3\mu\text{m}$ で $2\mu\text{m}$ → $7\mu\text{m}$ のスポットサイズ変換が可能である。そのため、出射ビームの広がり角も $10^\circ$ 前後と小さく、レーザと導波路間の光軸方向のトレランスが大きい。したがって、本実施例で用いたミラーのようにミラーが十分小型でレーザと導波路間の光路長が $50\mu\text{m}$ (ミラー角 $45^\circ$ の場合、前記したdと等しい)であれば、導波路への光垂直入射でも実用的なレベルの結合率が実現した。

【0022】以下にその手順を示す。

① 先ず、 $250\mu\text{m}$ 間隔四アレイの $1.3\mu\text{m}$ 帯スポット拡大レーザ31を図5に示すように、成長面を下(図では-y方向)にして窒化アルミニウム製のサブキャリア32に金-スズ半田でキャリア32とレーザ31の端面が一致するように装着してサブモジュール化した。サブキャリア上には、図のように電極がパターン化されており、四アレイは電気的に分離されている。レーザ31の成長面をキャリア側にして装着したのは、ハンドリング時の欠け等で素子が劣化するのを防ぐためである。

② 次に、通電してレーザ31を発光させながらサブモジュールを光回路1-1の上をすべらせると同時に、光回路端出射光をモニタして位置合せを行った。最適位置にあわせた後、紫外線硬化樹脂33にて固定した。ワイヤボンディングの後、レーザ31とミラー12への異物混入を防止するため、レーザ部をシリコン樹脂でポッティングした。このような構造において、レーザ31と光回路11の結合効率を測定したところ、 $60\%$ であった。これは、半導体レーザとガラス導波路の結合効率としては、十分実用的値である。

【0023】以上の実施例では、比較的単純な機能の光回路でのタッピングであったが、方向性光結合器が多数含まれて微妙なトリミングが必要な複雑な光回路のからむタッピングの場合も想定される。このような場合には、歩留りを向上させるため、複雑な光回路部分とタッピング部分とを分離する。すなわち、タッピング部分は、単純な平行導波路アレイとしてタッピング専用光回路とし、これを複雑な光回路とを導波路-導波路接続すればよい。

【0024】本実施例においては、液状硬化樹脂を用い

て $45^\circ$ のマイクロミラーを作製した一例を説明したが、本発明は何等これに限定されるものではなく、Tiを蒸着する際の角度を適宜所望の角度に設定して、例えば $30^\circ$ 度或いは $60^\circ$ 度のミラーを作製するようにしてもよい。これにより、導波路の端から出射される信号光Lを所望の方向に導波することが可能となる。

【0025】

【発明の効果】上記説明したように、本発明では、光回路の導波路間に光垂直取り出しが可能なマイクロミラーを設けることで、アレイ状光回路の中の所望の回路の光信号を回路面に垂直方向にタッピングできるため、光回路が小さくなり(例えば実施例では従来の $1/4$ )、光回路単価を低く抑えることができる。さらに、接続すべきファイバ本数が半分となり、また、タッピング先に別個にモニタ用フォトダイオードやレーザのモジュールを設置する必要が無く、光回路と一体化できるため、コンパクト化が図れると共に実装コストも大幅に低下する。この結果、安価で且つコンパクトな光タッピングモジュールが実現でき、本発明は光伝送路用部品の低価格化、さらには、多機能化に資するところ大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】光モジュールの概略図である。

【図2】マイクロミラー作製過程の概略図である。

【図3】液状硬化樹脂の供給法の概略図である。

【図4】第1の実施の形態を示す概略図である。

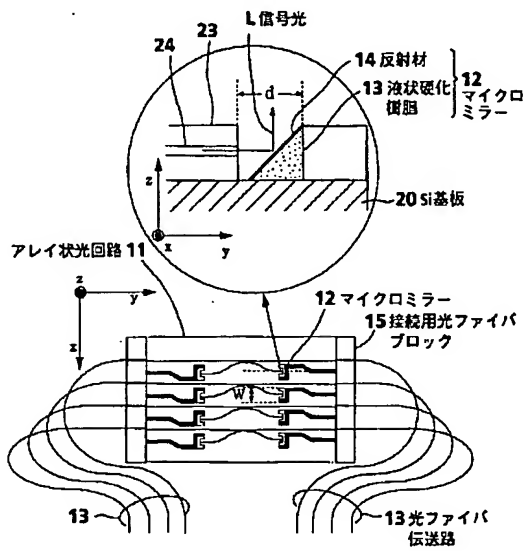
【図5】第2の実施の形態を示す概略図である。

【図6】従来技術の光モジュールの一例である。

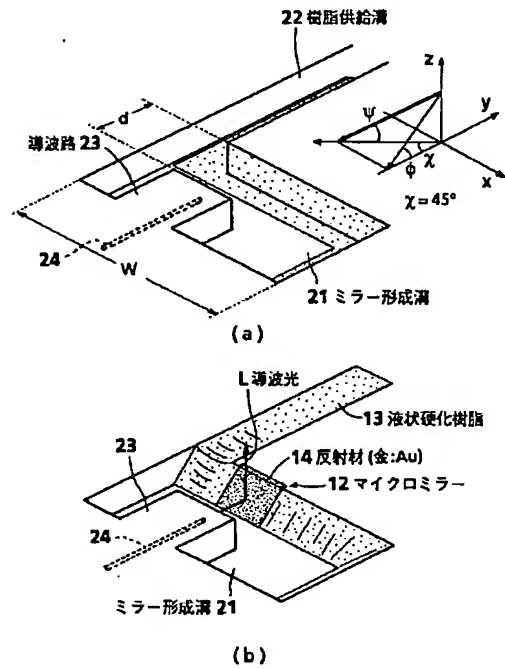
【符号の説明】

- 1 四アレイの光ファイバ伝送路
- 2 アレイ状光回路
- 3 ハアレイの接続用光ファイバブロック
- 4 モニタ側光ファイバ
- 5 四アレイのモニタ用フォトダイオード
- 11 アレイ状光回路
- 12 マイクロミラー
- 13 液状硬化樹脂
- 14 接続用光ファイバブロック
- 21 ミラー形成溝
- 22 樹脂供給溝
- 23 導波路
- 25 ホトダイオード
- 26 金電極配線
- 31 スポット拡大半導体レーザ
- 32 キャリア
- 33 紫外線硬化樹脂
- L 信号光

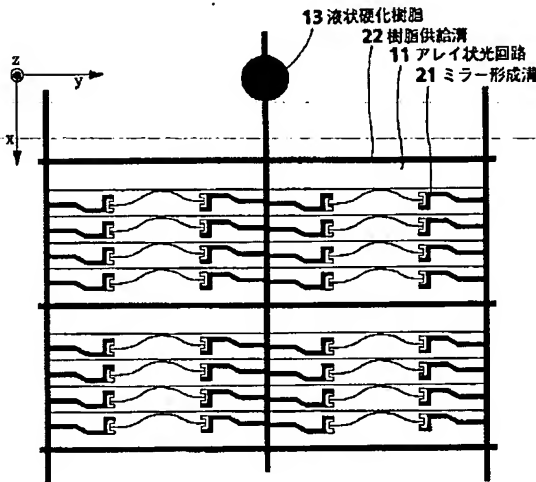
【図1】



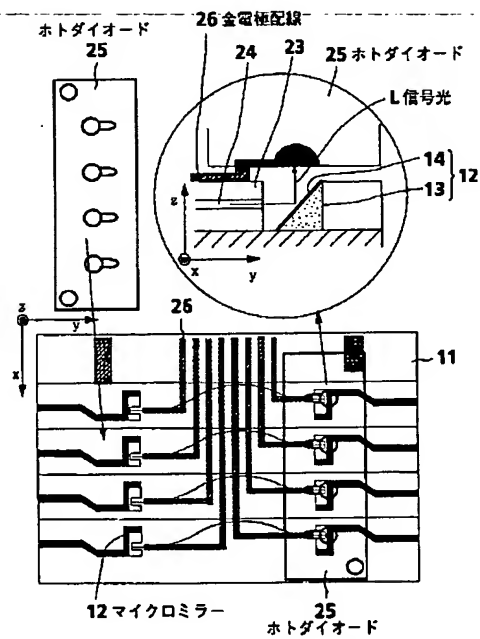
【図2】



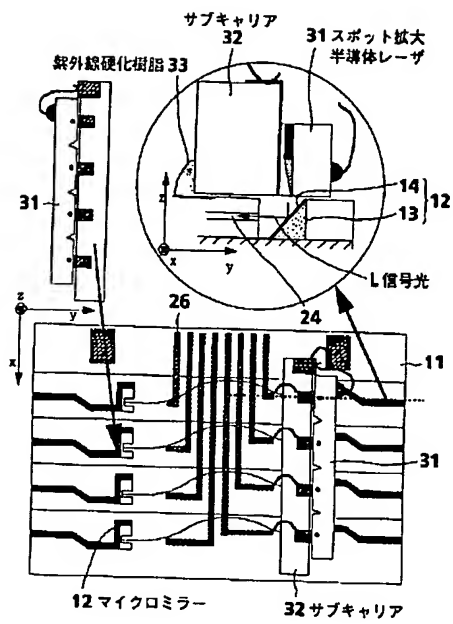
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

### 從來例

